

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-175927

(43) Date of publication of application : 21.06.2002

(51)Int.Cl.

H01F 37/00

H01F 1/10

H01F 17/00

H01F 21/08

H01F 38/02

H01F 41/00

(21)Application number : 2000-374808

(71)Applicant : TOKIN CORP

(22)Date of filing : 08.12.2000

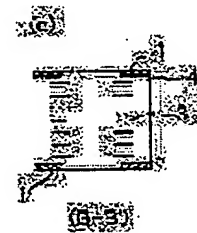
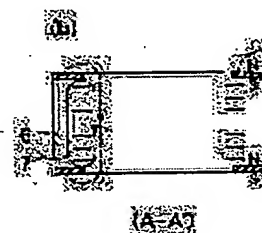
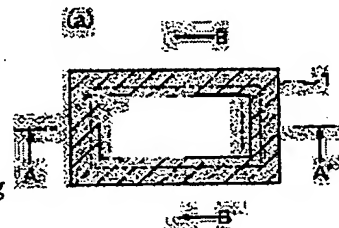
(72)Inventor : SAITO YOSHITAKA  
KAWARAI MITSUGI  
SATO HITOSHI

## (54) STACKED INDUCTOR AND ITS MANUFACTURING METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an inductor which has an inductance, improved in direct current superimposition characteristics and is capable of carrying a larger current as compared to the conventional one of the same shape.

**SOLUTION:** A process of printing a square ferrite magnet 1 is provided, before or after a process of forming a conductive layer and a magnetic layer. The ferrite magnet 1 is composed of a pair of magnets, which are arranged vertical with respect to the axial direction of a laminated winding, so as to enable the magnetic path of a magnetic field generated by applying a current to the laminated winding to not to pass through the ferrite magnet but to be arranged on the surface of an inductor.



(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-175927

(P2002-175927A)

(43) 公開日 平成14年6月21日 (2002.6.21)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード(参考)
H 0 1 F 37/00		H 0 1 F 37/00	D 5 E 0 4 0
			K 5 E 0 7 0
			R
1/10		1/10	
17/00		17/00	D
審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 7 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2000-374808(P2000-374808)

(22) 出願日 平成12年12月8日(2000.12.8)

(71) 出願人 000134257

株式会社トーキン

宮城県仙台市太白区郡山6丁目7番1号

(72) 発明者 斎藤 義孝

宮城県仙台市太白区郡山6丁目7番1号

株式会社トーキン内

(72) 発明者 川原井 貢

宮城県仙台市太白区郡山6丁目7番1号

株式会社トーキン内

(74) 代理人 100071272

弁理士 後藤 洋介 (外2名)

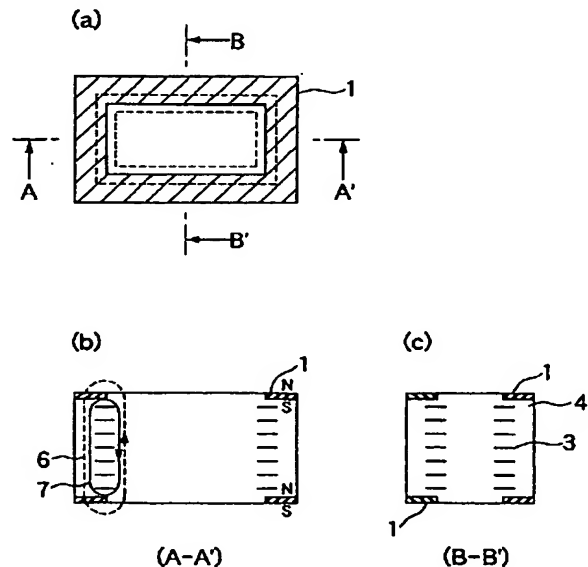
最終頁に続く

## (54) 【発明の名称】 積層インダクタンス素子及びその製造方法

## (57) 【要約】

【課題】 インダクタンスの直流重畳特性を向上させ、同一形状でも従来より大きな電流を流すことのできるインダクタンス素子を提供すること。

【解決手段】 ロの字形状のフェライト磁石1を印刷した工程を、導電層3と磁性層4を形成する工程の前後に入れる。フェライト磁石1は、前記積層巻線に通電することによって生ずる磁界の磁路が当該フェライト磁石を貫通せず、素子表面に配置されるよう、前記積層巻線の軸方向における上下に一对形成される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 印刷積層法によって、磁性層と導電層を順次積層してソレノイド状の積層巻線構造が形成される積層インダクタンス素子において、フェライト磁石が、前記積層巻線に通電することによって生ずる磁界の磁路が当該フェライト磁石を貫通せず、素子表面に配置されるよう、前記積層巻線の軸方向における上下に一对形成されていることを特徴とする積層インダクタンス素子。

【請求項2】 前記フェライト磁石は開口部を有する口の字形状であって、その開口部は、前記積層巻線への通電によって生ずる磁界の磁路外部に、かつ前記積層巻線の軸方向断面で見た場合、前記積層巻線の内縁から外縁にかけて有していることを特徴とする請求項1記載の積層インダクタンス素子。

【請求項3】 前記開口部は、前記積層巻線の周回により囲まれる磁性層の領域の投影面積よりも大きく、且つ、巻線の周回する領域の外部にある磁性層の領域にかけられないように形成されていることを特徴とする請求項1記載の積層インダクタンス素子。

【請求項4】 前記フェライト磁石は、BaフェライトもしくはSrフェライト粉末と、軟化点が900℃以下の低融点ガラス1種類以上から成り、かつ該低融点ガラスが5重量部以上となるよう添加されたフェライト磁石であることを特徴とする請求項1乃至3のいずれか一つに記載の積層インダクタンス素子。

【請求項5】 印刷積層法によって、磁性層と導電層を順次積層して形成されるインダクタンス素子を製造する方法において、開口部を有する口の字形状のフェライト磁石を印刷積層する工程を、磁性層と導電層を形成する工程の前後に入れて、前記一对のフェライト磁石が前記積層巻線の軸方向における上下に形成するように組み込むことを特徴とする積層インダクタンス素子の製造方法。

【請求項6】 前記フェライト磁石は、BaフェライトもしくはSrフェライト粉末と、軟化点が900℃以下の低融点ガラス1種類以上から成り、かつ該低融点ガラスが5重量部以上となるよう添加されたフェライト磁石であることを特徴とする請求項5記載の積層インダクタンス素子の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、積層インダクタンス素子及びその製造方法に関し、特に直流電源ラインのノイズ対策部品およびチョークコイルなどの片側励磁下で使用される積層インダクタンス素子及びその製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】電子機器の性能向上は、CPUなどの集積回路の発達に帰される。これらの集積回路は外部から侵入するノイズに対し極めて敏感で、そのノイズは回路

の誤動作の主因になっている。このため、近年、ノイズ規制の強化が益々進んでいる。

【0003】そのノイズ対策部品として、小型で高周波でインピーダンスが極めて大きくなる積層インダクタが一般に使用されている。また、近年の高効率化のニーズは、CPU、LSIの動作電圧の低下傾向を著しくし、これは、使用電流の上昇を意味している。このため、CPU、LSIの駆動には大きな電流を必要とし、ノイズ対策と合間って、大電流で動作するノイズ対策部品／積層インダクタの必要性が益々増えてきた。

【0004】しかし、従来の積層インダクターは、図7に示すような構成であり、大電流に対応するためには、形状を大きくする必要があり、機器の小型化のニーズとは逆行する問題を持っている。これは、大電流がコイルに流れた場合に起こる磁性体の磁気飽和に起因している。

【0005】その問題を解決するため、インダクタを構成するコアの内部に、励磁コイルが発生する磁束を打ち消す方向の磁束を発生させるための永久磁石を配置することが有効であることが従来よく知られている。これを以後磁気バイアス方式と呼ぶ。例えば、積層インダクタンスでこの方式の有効性を開示しているものに、特開平3-101106がある。この特許で開示されている方法は、NiZnフェライトで構成される積層インダクタのコイル内部に、印刷積層法によってBaフェライトを埋め込んだ構成にするものである。具体的には図8に示すような構造である。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記した構造の印刷積層インダクタでは、内部のコイルは通常Ag100%の導体を使用され、Agはその融点が962℃の比較的低い温度であるため、Agを導体として使った積層インダクタは、962℃以下の低温で焼結されなければならない。したがって、磁気バイアスを与えるBaフェライトも900℃程度の低温で焼結できるものでなければならない。しかし、上述の特開平3-101106では、Baフェライトを低温で焼結する方法は開示されなかった。

【0007】又、インダクタンス低下を防止すべく、励磁コイルが発生する磁束を打ち消す方向の磁束を発生させるための永久磁石を用いて磁性コアに直流の磁気バイアスを与えるのであるが、従来の積層インダクタは、図8に示すように磁路内部にのみ永久磁石を配置したものであり、励磁コイルが発生する磁束を打ち消す磁力線の本数を増加させるには限界がある。

【0008】さらに、電源使用時に生ずる突入電流に起因する異常磁界によって、磁化反転現象を起こしやすいという問題があった。ここで、磁化反転現象とはインダクタを構成するコアの内部に配置された磁石が逆方向に着磁されてしまう現象をいい、この現象が生じると、励

磁コイルが発生する磁束と同じ方向に磁束を発生させることになり、素子の特性を大幅に劣化させてしまう。

【0009】本発明の目的は、Baフェライト原料に低融点ガラスを適量添加することによって、磁気バイアスを与えるBaフェライトの焼結挙動を、素子を構成する磁性体NiCuZnフェライトと同一の温度で焼結可能とする積層インダクタンス素子を提供することである。

【0010】本発明の他の目的は、従来の磁気バイアス方式において懸念すべきである磁化反転現象を防止する構造を有する積層インダクタンス素子を提供することである。

【0011】

〔課題を解決するための手段〕本発明は、Baフェライトの代わりにSrフェライトに低融点ガラスを適量添加した場合でも同様の効果が得られることに着目し、又、開口部を有する口の字形状のフェライト磁石を印刷積層する工程を、磁性層と導電層を形成する工程の前後に入れて、前記一对のフェライト磁石が前記積層巻線の軸方向における上下に形成するように組み込むようにして上記問題点を解決するものである。

【0012】即ち、印刷積層法によって、磁性層と導電層を順次積層してソレノイド状の積層巻線構造が形成される積層インダクタンス素子において、フェライト磁石が、前記積層巻線に通電することによって生ずる磁界の磁路が当該フェライト磁石を貫通せず、素子表面に配置されるよう、前記積層巻線の軸方向における上下に一对形成されている積層インダクタンス素子が得られる。

【0013】この積層インダクタンス素子の製法は、開口部を有する口の字形状のフェライト磁石を印刷積層する工程を、磁性層と導電層を形成する工程の前後に入れて、前記一对のフェライト磁石が前記積層巻線の軸方向における上下に形成するように組み込むというものである。

【0014】

〔発明の実施の形態〕以下に本発明の一実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。本発明のインダクタンス素子は、図1に示すように、印刷積層法によって、磁性層と導電層を順次積層（図1（b）～（1））して形成される。開口部10を有する口の字形状のフェライト磁石1を一对印刷積層することを特徴としている。この口の字形状のフェライト磁石1を印刷した工程は、磁性層と導電層を形成する工程の前後に入れる。図面では、図1（a）と図1（b）である。

【0015】具体的には、口の字形状に印刷されたフェライト磁石1を印刷した磁性層1aを導電層2aの上に積層し、次に層1bから2b、1c、2c、1d、2d、1e、2e、1f、2fの順に次々と積層していく。最後に口の字形状のフェライト磁石1を印刷した磁性層1gを導電層2fに積層して終了する。こうして完成した積層インダクタンス素子は図2に示すようにな

る。尚、符号3は積層巻線（導電層）で、符号4は磁性体（磁性層）である。

【0016】ここで、注目すべきは、フェライト磁石が、前記積層巻線に通電することによって生ずる磁界の磁路が当該フェライト磁石を貫通せず、素子表面に配置されるよう、前記積層巻線の軸方向における上下に一对形成されていることである。即ち、開口部10は、前記積層巻線への通電によって生ずる磁界の磁路外部に、かつ前記積層巻線の軸方向断面で見た場合、前記積層巻線の内縁から外縁にかけて有しているということである。この構造によれば、図2（b）からわかるように、励磁コイルが発生する磁束を打ち消す方向の磁力線の数は、従来内部に磁石埋め込んでいたものと比してその磁力線の本数は増加し、しかも巻線の外縁にまでその磁石から発生する磁力線が確実に及ぶことは明らかである。

【0017】Baフェライトは、通常工業的に1200℃から1250℃の範囲の温度で焼結される。このため、Baフェライトを積層インダクタと同時焼結するためには、焼結温度を約300℃下げなければならない。Baフェライト粉末に、 $\text{Bi}_2\text{O}_3$ 、 $-\text{SiO}_2$ 、 $-\text{B}_2\text{O}_3$ 、 $-\text{Bi}_2\text{O}_3$ 、 $-\text{ZnO}-\text{SiO}_2$ 、 $-\text{SiO}_2$ 、 $-\text{Bi}_2\text{O}_3$ 、 $-\text{ZrO}_2$ 、 $-\text{Na}_2\text{O}-\text{B}_2\text{O}_3$ 、 $-\text{ZnO}$ 、 $-\text{PbO}-\text{B}_2\text{O}_3$ 、 $-\text{SiO}_2$ 、 $-\text{PbO}-\text{BaO}-\text{SiO}_2$ などの軟化点が900℃以下のいわゆる低融点ガラスの1種以上を重量比で5%以上添加することにより、積層インダクタを構成するNiZnCuフェライトと同時焼結可能な低温焼結反応を起こすことに着目し、本発明に至った。

【0018】添加量の選定理由は以下のようである。重量比で5%以下の添加では、Baフェライトの焼結温度が必要温度まで下がらないため5%以上とした。また、重量比で60%以上添加すると、Baフェライトの残留磁束密度が低下し、必要なバイアス磁界が得られないため60%以下とすることが好ましい。

【0019】また、本発明の積層インダクタは近年需要が増している高周波ノイズ対策にも使われる。このため、高電気抵抗のNiZnフェライトが磁性体として最適である。この磁性体の高電気抵抗特性を損なわないために、内蔵されるBaフェライトも高電気抵抗特性と有することが必要になる。そのため、Baフェライトの組成としては、酸化鉄がmol%で、81.8%～85.3%の範囲が好ましい。酸化鉄量が81.8%以下に減るとモノフェライトが生じ磁気特性を著しく劣化させる。また、85.3%以上に増えると電気抵抗が著しく低下する。このため上述の組成範囲が好ましい。

【0020】

〔実施例〕以下、本発明の第1の実施例について詳細に説明する。

【0021】NiCuZnフェライトとして、透磁率が400の組成を用い、比表面積で5.2m<sup>2</sup>/gとなる

ように粉碎した。この粉末が100重量部に対し、結合剤（ポリビニルブチラル）を5重量部、溶剤（エチルセロソルブ）を70重量部を混ぜ、上記組成をスパイラルミキサーを用いて混合し、さらにビーズミルにて混練分散し、磁性体形成用フェライトペーストを得た。次に、導体成形用Agペーストの作製のため、結合剤（エチルセロソルブ）を5重量部、溶剤（ $\alpha$ -テルピネオール）を15重量部、溶剤（ブチルカルビトールアセテート）を10重量部、それに銀微粉末（平均粒径0.5  $\mu$ m）を100重量部を混ぜ、3本ロールにて混練分散した。Baフェライトのペーストを作製するため、組成が\*

\*mol%で14.9%BaO-85.1%Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>のBaフェライト粉末に、以下の表1（第1の実施例における低融点ガラスの種類及び添加量を示す表）に示すように、低融点ガラスを種々の量で添加し、上述のNiZnCuフェライトペースト作製工程と同じ工程にてペーストを作製した。また、比較例に使用するため非磁性体として、ZnFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>を同様の工程にて印刷用ペーストとした。

{0022}

{表1}

添加ガラスの種類	Na <sub>2</sub> O-B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -ZnO	Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -ZnO-SiO <sub>2</sub>	Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -SiO <sub>2</sub> -B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub> -B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -ZnO
ガラスの軟化点(°C)	585	510	525	769
実施例水準1	2	0	0	0
2	5	0	0	0
3	10	0	0	0
4	20	0	0	0
5	40	0	0	0
6	50	0	0	0
7	60	0	0	0
8	0	20	0	0
9	0	30	0	0
10	0	0	20	0
11	0	0	30	0
12	0	0	0	30
13	0	0	0	40
14	15	15	0	0
15	15	0	15	0
16	15	0	0	15
17	10	10	5	5
比較例1	0	0	0	0
比較例2	40	0	0	0
比較例3	0	0	0	0

{0023} 作製したフェライトペースト及びAgペーストを用いて、図1に示す導体の積層巻線を形成するように印刷積層を行った。コイル数は7ターンに相当する。Baフェライト層は図2に示したように積層体の高さ方向の上下面におおの配置し、その厚みは約20  $\mu$ mであった。また、積層上りの素子全体の厚みは1.5mmであった。

{0024} これを所定の大きさ（4.5mm×3.2mm）に切断し、これを脱バインダー後、900℃で一体焼成した。この焼成体の積層巻線のリードが露出している面に、Agを主成分とした導電性ペーストを塗布し、600℃で焼き付けを行い、外部電極を形成して積層型インダクタンス素子を作製した。その後、フェライト磁石を着磁するため、電磁石にて10kOeの磁界を印加した。

{0025} 次に、比較のため、図8に示したように、積層体の高さ方向の中央部に、約20  $\mu$ m厚みの、低融点ガラスを含まないBaフェライトから成る磁石を配置した従来型の磁気バイアス方式の構造を有する素子も同様に作製した。これを比較例1とする。更に、比較例1の素子と同様の構造で、低融点ガラスを40wt%含むBaフェライトから成る磁石を配置した素子も同様に作

30 製し、比較例2とした。また、磁石の部分を上述のNiZnCuフェライトに置換えた、磁石を用いていない積層体を同様に作製し、これを比較例3とした。作製した積層型インダクタンス素子を、HP製LCRメータHP4284A及び直流重畳電源HP42841Aを用いて評価した。なお、本実施例では、上記組成でペーストを作製したが、これ以外の成分・配合比でも、印刷可能なペーストが得られるものであればよい。

{0026} 以下の表2（実施例1における直流重畳特性の測定結果を示す表）に、得られた積層インダクタのインダクタンスの直流重畳特性を示す。記載されている数字は、インダクタンス値が初期値より10%低下した時の通電電流値である。なお、比較例1は、フェライト磁石が全く焼結していないために、素子の機械的な強度が弱く、作業中に破損してしまい、測定できなかったの

で記載していない。

{0027}

{表2}

水準	Rated current (A)
1	1.15
2	3.23
3	3.46
4	4.58
5	4.04
6	3.46
7	3.11
8	3.92
9	4.15
10	3.69
11	4.5
12	3.69
13	3.81
14	4.04
15	4.27
16	3.58
17	3.81
比較例1	
比較例2	3
比較例3	2.63

【0028】これらの比較から、本実施例のインダクタンス素子は従来のインダクタンス素子に比べて直流重畳特性が約1.5倍から2倍伸びており、埋め込まれたフェライト磁石が確かにバイアス磁界を発生していることが確認できた。その磁界の大きさは測定できないが、実施例水準4の場合を例にとると、直流重畳特性の伸びから推測したバイアス磁界は最大約1.1KGに相当する。無添加のBaフェライトの焼結体の残留磁束密度は約1.9KGであるから、低融点ガラス40wt%の添加で磁束密度は1.4KGまで低下することが予想されるが、その予想値の約80%の磁束密度が得られていることになり、低融点ガラスの添加で900℃の低温においても十分に焼結が進んでいることが分かった。実施例水準4と比較例2及び比較例3における、インダクタンスの直流重畳特性の比較を図3に示す。

【0029】また、実施例水準4と比較例2において、突入電流を模倣したパルス電流を加えた場合の直流重畳特性の変化を測定してみた。パルス電流印加には岩崎通信機製のパルスジェネレータSY-922及びパワーアンプ4025Sを用い、電圧200Vを100n秒加え、これを10回繰返した後に直流重畳特性を再度測定してみたところ、実施例水準4では変化がなかったのに比べ、比較例2ではインダクタンス値が大幅に下落した。パルス通電後の実施例水準4と比較例2における、インダクタンスの直流重畳特性の比較を図4に示す。

【0030】次に、本発明の第2の実施例について図5を参照して詳細に説明する。このインダクタンス素子は、実施例1で述べたNiZnCuフェライトペースト作製工程と同じ工程にて、非磁性体であるZnFe、O、の印刷用ペーストを作製し、導電体の積層巻線の上下間と同じく印刷積層にて配置し、積層巻線の上下間に磁性体がないように作製したものである。なお、この素子を作製するに当たって、磁性体としては上記実施例1の水

準4で用いたものと同じものを用いた。この素子についてもインダクタンスの直流重畳特性を同様に測定し、比較例2及び比較例3との特性を比較した結果を図6に示す。

【0031】

【発明の効果】本発明によれば、低融点ガラスの添加により、Baフェライトも低温焼結NiCuZnフェライトと同時に低温で焼結することが可能となり、その発生磁界による磁氣的バイアス効果によって、インダクタンスの直流重畳特性を1.5倍から2倍に向上させることができる。したがって、同一形状でも従来より大きな電流を流すことの出来るインダクタンス素子を提供できる。

【0032】又、口の字形状に印刷されたフェライト磁石を、前記積層巻線に通電することによって生ずる磁界の磁路が当該フェライト磁石を貫通せず、素子表面に配置されるよう、前記積層巻線の軸方向における上下に一对形成することにより、励磁コイルが発生する磁束を打ち消す方向の磁力線の本数は、従来内部に磁石埋め込んでいたものと比してその磁力線の本数は増加し、しかも巻線の外縁にまでその磁石から発生する磁力線が確実に及ぶ。

【図面の簡単な説明】

【図1】印刷積層工程を説明する図である。

【図2】本発明の第1の実施の形態に係る積層インダクタンス素子の構造を示す図であり、(a)は平面図で、(b)は(a)のA-A'線断面図であり、(c)は(a)のB-B'線断面図である。

【図3】実施例水準4と比較例2、3との直流重畳特性の比較を示すグラフである。

【図4】パルス通電後の実施例水準4と比較例2との直流重畳特性の比較を示すグラフである。

【図5】本発明の第2の実施例を示す図である。

【図6】本発明の第2の実施例と、比較例2、3との直流重畳特性の比較を示すグラフである。

【図7】従来の積層インダクタンス素子の構造を示す図である。

【図8】従来の他の積層インダクタンス素子の構造を示す図である。

【符号の説明】

1 フェライト磁石

1a~1g 磁性層

2a~2f 導電層

3 積層巻線

4 磁性体

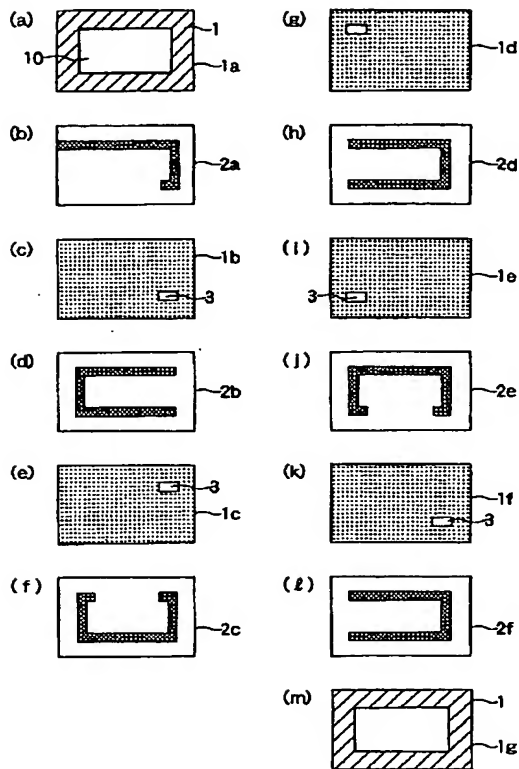
5 フェライト磁石

6 フェライト磁石によるバイアス磁界

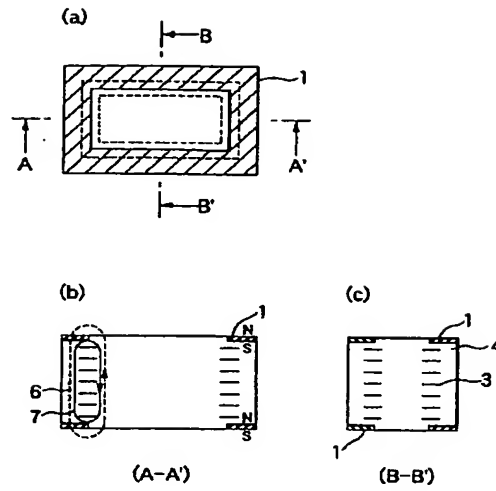
7 巻線による発生磁界

8 非磁性体

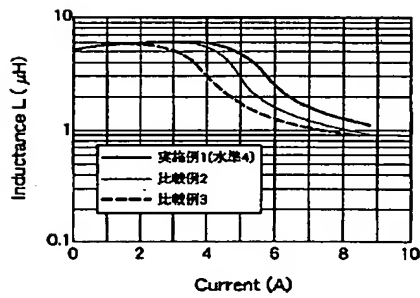
【図1】



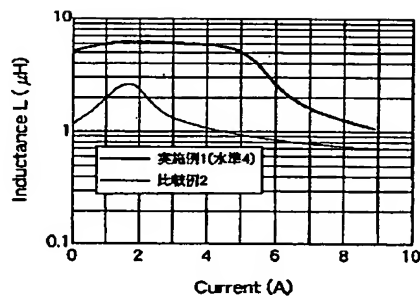
【図2】



【図3】



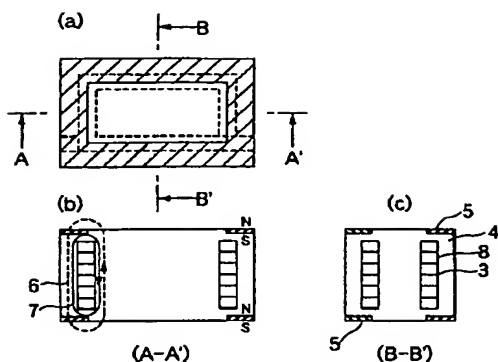
【図4】



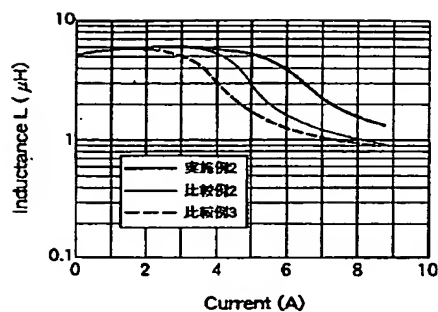
【図7】



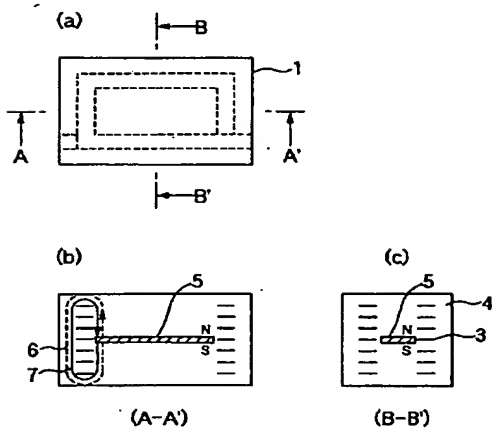
【図5】



【図6】



【図8】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

ターム (参考)

H 0 1 F 21/08

H 0 1 F 21/08

38/02

41/00

C

41/00

37/02

(72)発明者 佐藤 斉

宮城県仙台市太白区郡山六丁目7番1号

株式会社トーキン内

F ターム (参考) SE040 AB04 AB05 AB09 BB01 CA20

NN04

SE070 AA01 AB02 BB03 BB05 CB03

CB13 DB02